

9. ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

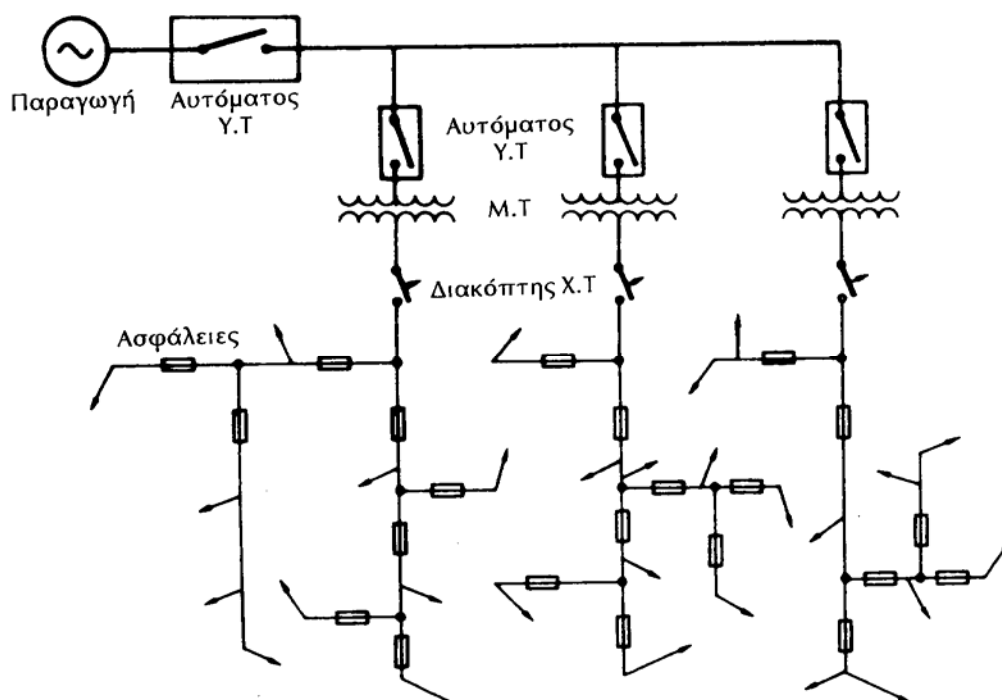
Με τον παραπάνω όρο εννοούνται οι εγκαταστάσεις που είναι απαραίτητες για την τροφοδοσία των καταναλωτών από τους υποσταθμούς μεταφοράς. Η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τις γραμμές διανομής που ξεκινούν από τους υποσταθμούς μεταφοράς και καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής και είναι γνωστές σαν γραμμές μέσης τάσης, τους υποσταθμούς διανομής όπου μετασχηματίζεται η μέση τάση στην χαμηλή τάση και τέλος τις γραμμές διανομής χαμηλής τάσης που ξεκινούν από τους υποσταθμούς διανομής και καταλήγουν στους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών.

Οι γραμμές διανομής πρέπει να εξασφαλίζουν καλή και οικονομική λειτουργία και το βασικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει αυτή τη λειτουργία είναι η πτώση τάσης στην γραμμή διανομής που οφείλεται στην αντίστασή της. Τόσο η αντίσταση όσο και η πτώση τάσης πρέπει να είναι ελάχιστες ώστε να εξασφαλίζεται σχετικά σταθερή τάση στους καταναλωτές. Η ελαχιστοποίηση της αντίστασης όμως οδηγεί σε αύξηση του κόστους εγκατάστασης λόγω της απαίτησης για μεγαλύτερη διατομή αγωγών. Η συνεχής τροφοδότηση των καταναλωτών εξασφαλίζεται με τις πολλαπλές συνδέσεις των φορτίων στο δίκτυο, η συνεχής επίβλεψη του δικτύου με κατάλληλες συσκευές και ειδικευμένα συνεργεία άμεσης επισκευής βλαβών.

Η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας είναι τυποποιημένη για την Ελλάδα και την Ευρώπη και γίνεται με εναλλασσόμενο τριφασικό ρεύμα 50 Hz και τάση 220/380V. Οι γραμμές διανομής μέσης τάσης έχουν μόνο τρεις αγωγούς και λειτουργούν με τάση πολιτική 20 KV αν και υπάρχουν ακόμα γραμμές 22, 11, 15 και 6.6 KV. Οι γραμμές διανομής χαμηλής τάσης εκτός των τριών αγωγών φάσεων περιλαμβάνουν και ουδέτερο αγωγό.

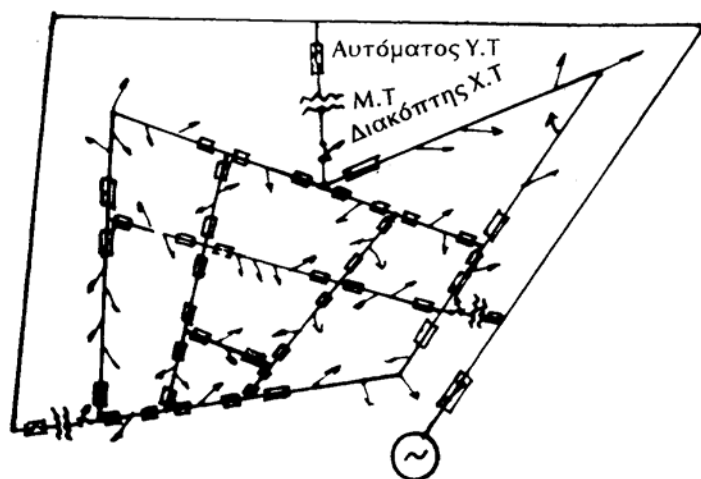
Οι υποσταθμοί διανομής μετασχηματίζουν την μέση σε χαμηλή τάση, η παρεχόμενη ισχύς είναι μικρή και κατασκευάζονται μέσα σε πόλεις σε σημεία που εξυπηρετούν καλύτερα τους καταναλωτές.

Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε κλειστά και ανοικτά. Το ανοικτό δίκτυο, μιά μορφή του οποίου φαίνεται στο Σχήμα 9.1, τροφοδοτεί τα φορτία του από ένα σημείο με αποτέλεσμα οποιαδήποτε βλάβη σε ένα σημείο του να απομονώνει όλους τους καταναλωτές που βρίσκονται πέρα από το σημείο της βλάβης. Τα ανοικτά δίκτυα κατασκευάζονται σε αραιοκατοικημένες περιοχές με λίγα φορτία.



Σχήμα 9.1 Ανοικτό δίκτυο διανομής

Στο κλειστό δίκτυο διανομής, μια μορφή του οποίου φαίνεται στο Σχήμα 9.2, κάθε καταναλωτής μπορεί να τροφοδοτηθεί από τουλάχιστον δύο σημεία με αποτέλεσμα την δυνατότητα εναλλακτικής τροφοδοσίας σε περίπτωση βλάβης. Τα κλειστά δίκτυα κατασκευάζονται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και κοστίζουν περισσότερο από τα ανοικτά δίκτυα.



Σχήμα 9.2 Κλειστό δίκτυο διανομής

9.1 Εναέρια δίκτυα μέσης τάσης

Οι γραμμές μεταφοράς ενέργειας μέσης τάσης μεταφέρουν ενέργεια από τους υποσταθμούς Μεταφοράς στους υποσταθμούς Διανομής και μπορεί να είναι τόσο εναέριας όσο και υπόγειες, ανάλογα με θέση του υποσταθμού διανομής. Οι γραμμές

διανομής μέσης τάσης περνούν συνήθως από τις μεγάλες οδικές αρτηρίες για λόγους άμεσης πρόσβασης σε αυτές για επιθεώρηση και συντήρηση.

Τα κύρια εξαρτήματα των γραμμών μέσης τάσης είναι τα εξής

Α) Οι αγωγοί που είναι παρόμοιοι με εκείνους των γραμμών υψηλής τάσης και κατασκευάζονται από αλουμίνιο με ή χωρίς χαλύβδινη ενίσχυση και σε διατομές μικρότερες εκείνων της μεταφοράς.

Β) Οι στύλοι που είναι παρόμοιοι με εκείνους των γραμμών υψηλής τάσης χωρίς να χρησιμοποιούνται μεταλλικοί πυλώνες και με μικρότερες διαστάσεις. Πολλές φορές σε ένα στύλο μέσης τάσης συνυπάρχει και γραμμή χαμηλής τάσης.

Γ) Οι μονωτήρες που είναι σταθεροί και όχι σε μορφή αλυσίδας.

Δ) Συστήματα ελέγχου και προστασίας που είναι τόσο οι αυτόματοι διακόπτες απομόνωσης της γραμμής σε περίπτωση ανωμαλίας όσο και οι ασφάλειες υψηλής τάσης που τοποθετούνται στα σημεία διακλάδωσης και είναι κυλινδρικές με σύρμα που τήκεται σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Οι ασφάλειες συνοδεύονται από αποζεύκτες.

9.2 Υπόγεια δίκτυα μέσης τάσης

Οι γραμμές τοποθετούνται μέσα στη γή, σε μικρό βάθος, οπότε οι αγωγοί πρέπει να βρίσκονται σε ειδικό περίβλημα με αποτέλεσμα τα υπόγεια καλώδια. Το κόστος τους είναι περίπου τριπλάσιο εκείνου του κόστους μιάς αντίστοιχης εναέριας γραμμής για διάφορους λόγους (κατασκευή, μόνωση, τοποθέτηση, εξαρτήματα). Οι υπόγειες γραμμές είναι ασφαλέστερες και αισθητικά δεν αλλοιώνουν το περιβάλλον.

Το υπόγειο καλώδιο αποτελείται από το αγωγίμο μέρος του, δηλαδή τους αγωγούς του (από χαλκό ή αλουμίνιο συνήθως πολύκλωνοι) και τα διάφορα μονωτικά και προστατευτικά στρώματα. Κάθε αγωγός είναι μονωμένος από τους άλλους χωριστά και όλοι μαζί προστατεύονται από ένα ή περισσότερα κοινά μονωτικά στρώματα. Το μονωτικό στρώμα κάθε αγωγού είναι διαφορετικού χρώματος, οι αγωγοί τοποθετούνται ελικοειδώς και μερικές φορές γύρω από το τελικό μονωτικό τοποθετείται μολύβδινος μανδύας. Ένας τύπος υπόγειου καλωδίου φαίνεται στο Σχήμα 9.3.



Σχήμα 9.3 Μορφή υπόγειου καλωδίου

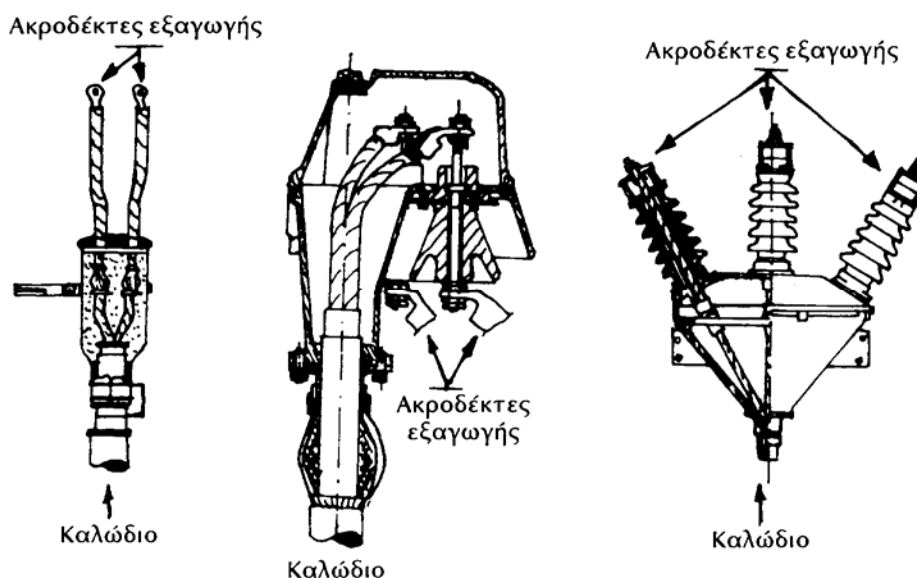
Η ψύξη των αγωγών είναι πολύ χειρότερη εκείνης των εναέριων αγωγών και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν πολλοί αγωγοί στο ίδιο αυλάκι.

Τα πιο σημαντικά εξαρτήματα των υπόγειων καλωδίων είναι τα εξής

Α) Τα κιβώτια διακλαδώσεων που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις διακλαδώσεων, αποτελούνται από δύο κομμάτια που κλείνουν αεροστεγώς, στο εσωτερικό τους γίνεται η διακλάδωση των καλωδίων και το υπόλοιπο γεμίζεται με ειδική μονωτική ουσία

Β) Τα κιβώτια ενώσεων χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση δύο κομματιών με όμοιο τρόπο όπως παραπάνω και

Γ) Τα ακροκιβώτια τοποθετούνται στα άκρα των υπόγειων καλωδίων και χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρική σύνδεση της υπόγειας γραμμής με μια εναέρια. Η μορφή τους εξαρτάται από τις συνθήκες και ορισμένα φαίνονται στο Σχήμα 9.4.



Σχήμα 9.4 Ακροκιβώτια καλωδίων

Τα υπόγεια καλώδια τοποθετούνται μέσα στη γή σε μικρό βάθος από 50 ως 70 cm. Ειδική πρόνοια πρέπει να λαμβάνεται σε περιπτώσεις διαβρωτικών εδαφών και ειδική πρόνοια πρέπει να λαμβάνεται στο ξετύλιγμα των καλωδίων, ιδιαίτερα στις στροφές και σε ειδικά εδάφη.

9.3 Υποσταθμοί διανομής

Σ' αυτούς καταλήγουν οι γραμμές μεταφοράς μέσης τάσης και μετατρέπουν την μέση στην χαμηλή τάση. Από τους υποσταθμούς διανομής αναχωρούν οι γραμμές χαμηλής τάσης που καταλήγουν στους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών.

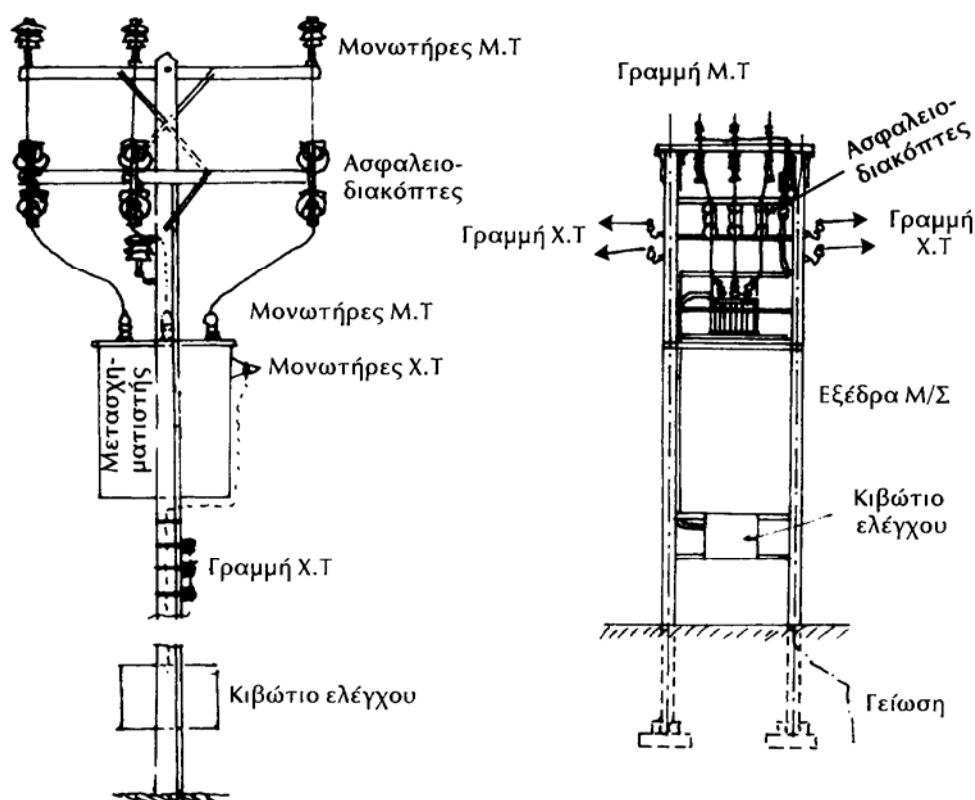
Χαρακτηρίζονται από την ισχύ τους (που είναι το άθροισμα των ισχύων των μετασχηματιστών τους) και διακρίνονται ανάλογα με τον τόπο εγκατάστασης σε εναέριους, επίγειους και υπόγειους. Η θέση εγκατάστασης καθορίζεται από τις θέσεις και το μέγεθος των φορτίων που θα εξυπηρετηθούν.

Κάθε υποσταθμός χωρίζεται σε τρία κύρια τμήματα που είναι το τμήμα (ή κυψέλες) μέσης τάσης, οι μετασχηματιστές και το τμήμα (ή κυψέλες) χαμηλής τάσης.

Εναέριοι υποσταθμοί

Λέγονται έτσι γιατί όλες οι εγκαταστάσεις τους, συμπεριλαμβανομένων των μετασχηματιστών, βρίσκονται τοποθετημένες πάνω σε στύλους. Οι εναέριοι υποσταθμοί εξυπηρετούν εναέρια δίκτυα μέσης και χαμηλής τάσης, αποτελούνται από ένα και πολύ σπάνια δύο μετασχηματιστές με συνολική ισχύ μέχρι 250 KVA. Δεν υπάρχουν στα κέντρα πόλεων και είναι το πιο οικονομικό είδος υποσταθμού.

Η μορφή ενός τέτοιου υποσταθμού φαίνεται στο Σχήμα 9.5. Η όλη κατασκευή στηρίζεται σε ένα ή δύο ή το πολύ τέσσερις στύλους ανάλογα με το βάρος της, η γραμμή μέσης τάσης στηρίζεται σε μονωτήρες τύπου κώδωνα, μια διακλάδωσή της φθάνει στον μετασχηματιστή μέσω οργάνων προστασίας (αλεξικέραυνα και ασφαλειοδιακόπτες). Μετά τον μετασχηματιστή η χαμηλή τάση οδηγείται σε ειδικό κιβώτιο με ασφάλειες και όργανα ελέγχου και στην συνέχεια ακολουθεί η γραμμή χαμηλής τάσης.



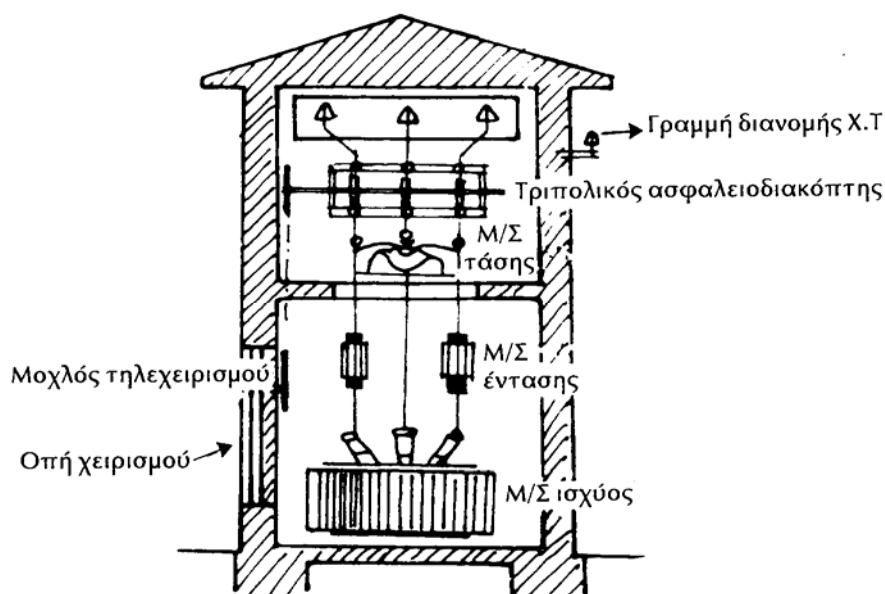
Σχήμα 9.5 Εναέριοι υποσταθμοί διανομής

Οι βλάβες τέτοιων υποσταθμών είναι πιο συχνές λόγω των καιρικών συνθηκών και έτσι χρειάζονται πιο συχνά επιθεώρηση και συντήρηση.

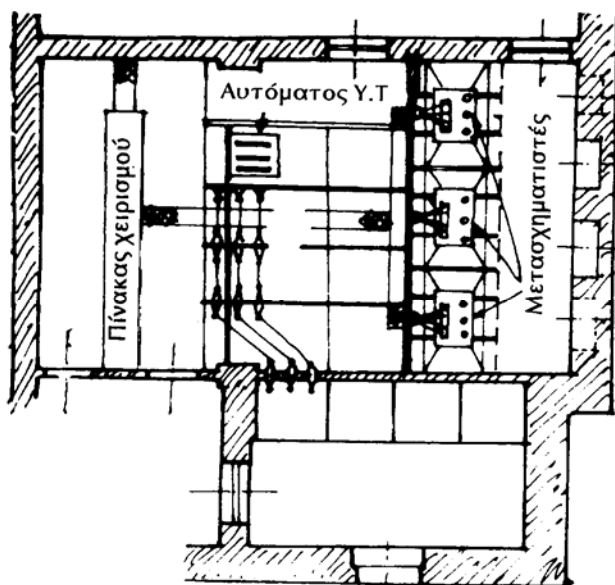
Επίγειοι υποσταθμοί

Οι υποσταθμοί αυτοί εγκαθίστανται στην επιφάνεια του εδάφους, κατασκευάζονται για την εξυπηρέτηση μεγάλων σχετικά ισχύων ή όταν υπάρχουν λόγοι αισθητικής ή ασφάλειας. Διακρίνονται στους κλειστούς ή στεγασμένους και τους ανοικτούς επίγειους υποσταθμούς. Εξυπηρετούν τόσο εναέριες όσο και υπόγειες γραμμές.

Οι στεγασμένοι επίγειοι υποσταθμοί τοποθετούνται είτε σε ειδικά κτίρια (Σχήμα 9.6) ή σε χώρους οικοδομών διαρρυθμισμένους κατάλληλα (Σχήμα 9.7). Οι χώροι που χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση των υποσταθμών χωρίζονται συνήθως με μεταλλικά πλέγματα σε κυψέλες μέσης και χαμηλής τάσης που σε αριθμό είναι διπλάσιες του αριθμού των μετασχηματιστών του υποσταθμού. Εκτός των μετασχηματιστών οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν τα όργανα μέτρησης, τα αλεξικέρανα, τους αυτόματους διακόπτες και τις ασφάλειες.

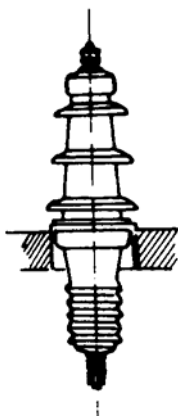


Σχήμα 9.6 Κλειστός επίγειος υποσταθμός σε ειδικό κτίριο



Σχήμα 9.7 Κλειστός επίγειος υποσταθμός

Εκτός των κλασσικών μονωτήρων ανάρτησης που αναφέρθηκαν και προηγουμένως στους επίγειους υποσταθμούς χρησιμοποιούνται και οι μονωτήρες διέλευσης, μια μορφή των οποίων φαίνεται στο Σχήμα 9.8. Αυτοί τοποθετούνται στον τοίχο του κτιρίου και στην μιά πλευρά τους συνδέεται η γραμμή ενώ στην άλλη οι ακροδέκτες του μετασχηματιστή αφού προηγηθούν τα όργανα προστασίας. Αποτελούνται από μια πλάκα πορσελάνης όπου ενώνονται οι δύο μονωτήρες (εσωτερικός και εξωτερικός), τα άκρα των οποίων συνδέονται με μεταλλική ράβδο τοποθετημένη εσωτερικά κατά τον άξονα των μονωτήρων.



Σχήμα 9.8 Μονωτήρας διέλευσης

Η ψύξη είναι πολύ σημαντική και για τον σκοπό αυτό πρέπει να υπάρχουν ανοίγματα εξαερισμού ή και ανεμιστήρας αν οι συνθήκες ψύξης δεν είναι καλές. Για την επιθεώρηση των υποσταθμών τα όργανα τοποθετούνται πολλές φορές σε άνοιγμα προσιτό από τον εξωτερικό χώρο και ο μετασχηματιστής μπορεί να βρίσκεται σε ράγες. Τελευταία χρησιμοποιούνται οι τυποποιημένοι υποσταθμοί στους οποίους όλα τα μηχανήματα βρίσκονται σε κιβώτια τα οποία απλά πρέπει να συνδεθούν μεταξύ τους.

Οι υπαίθριοι επίγειοι υποσταθμοί εξυπηρετούν τόσο υπόγεια όσο και εναέρια δίκτυα, οι εγκαταστάσεις είναι περιφραγμένες και τα όργανα προστασίας είναι τοποθετημένα σε ειδικές κυψέλες. Συνήθως η ισχύς τους είναι μεγαλύτερη των εναερίων και το κόστος τους μικρότερο των στεγασμένων.

Υπόγειοι υποσταθμοί

Κατασκευάζονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, συνήθως στα κέντρα των πόλεων, κάτω από πλατείες ή πεζοδρόμια. Το πιο σημαντικό πρόβλημα, εκτός εκείνου της ψύξης είναι η στεγανότητα. Συνήθως τα όργανα ελέγχου και χειρισμών τοποθετούνται σε μεταλλικό στεγανό κιβώτιο στην επιφάνεια του εδάφους, το οποίο φέρει και τα ανοίγματα εξαερισμού. Η μορφή ενός τέτοιου υποσταθμού φαίνεται στο Σχήμα 9.9.



Σχήμα 9.9 Υπόγειος υποσταθμός διανομής

Ιδιωτικοί υποσταθμοί διανομής

Πρόκειται για υποσταθμούς που δίνουν ρεύμα σε έναν καταναλωτή, ο καταναλωτής είναι πελάτης μέσης τάσης και αυτός αναλαμβάνει την μετατροπή σε χαμηλή τάση. Η ηλεκτρική εταιρεία είναι υπεύθυνη μόνο για την γραμμή μέσης τάσης που φθάνει στον μετασχηματιστή. Τα τμήματα πρέπει να είναι απομονωμένα μεταξύ τους.

Τέτοιοι υποσταθμοί χρησιμοποιούνται για λόγους οικονομίας διότι το τιμολόγιο μέσης τάσης είναι σημαντικά μικρότερο του τιμολογίου χαμηλής τάσης.

9.4 Γραμμές διανομής χαμηλής τάσης

Μεταφέρουν ενέργεια από τον υποσταθμό διανομής στον καταναλωτή και μπορεί να είναι τόσο εναέριες όσο και υπόγειες.

Εναέριες γραμμές διανομής

Στις γραμμές αυτές χρησιμοποιούνται γυμνά χάλκινα σύρματα και σπάνια από αλουμίνιο, χωρίς εσωτερική χαλύβδινη ψυχή. Αποτελούνται από τρεις φάσεις και ουδέτερο. Ο πέμπτος αγωγός που φαίνεται να υπάρχει σε πολλές περιπτώσεις είναι ο αγωγός δημοτικού φωτισμού. Οι στύλοι είναι ξύλινοι ή τσιμεντένιοι με μικρότερες διαστάσεις εκείνων των γραμμών μέσης τάσης. Μπορεί να βρίσκονται και σχετικά κοντά στις κατοικίες λόγω του ότι η χρησιμοποιούμενη τάση είναι χαμηλή, με την χρησιμοποίηση ειδικών στυλίσκων που στερεώνονται στους τοίχους των κτιρίων.

Οι μονωτήρες των γραμμών αυτών είναι μικρότεροι εκείνων της μέσης τάσης αλλά έχουν την ίδια μορφή και κατασκευάζονται από πορσελάνη ή γυαλί.

Στα σημεία διακλάδωσης τοποθετούνται σαν στοιχεία προστασίας ασφάλειες που όταν καίγεται το νήμα τους απομονώνουν το τμήμα της γραμμής με την βλάβη.

Υπόγειες γραμμές διανομής

Κατασκευάζονται μέσα στις πόλεις για περισσότερη ασφάλεια και για λόγους αισθητικής. Αποτελούνται από υπόγεια καλώδια με μικρότερη διατομή εκείνων της μέσης τάσης, τοποθετούνται σε ειδικά αυλάκια και έχουν όλα τα εξαρτήματα των υπογείων καλωδίων της μέσης τάσης.